

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-347388

(P2001-347388A)

(43)公開日 平成13年12月18日(2001. 12. 18)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース*(参考)

B 2 3 K 26/06

B 2 3 K 26/06

E 4 E 0 6 8

A

26/00

3 3 0

26/00

3 3 0

26/04

26/04

A

H 0 5 K 3/00

H 0 5 K 3/00

N

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-173244(P2000-173244)

(71)出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(22)出願日

平成12年6月9日(2000. 6. 9)

(72)発明者 磯 圭二

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

(74)代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

Fターム(参考) 4E068 AF01 CA06 CA09 CD02 CD05

DA11

(54)【発明の名称】 レーザ加工装置及び加工方法

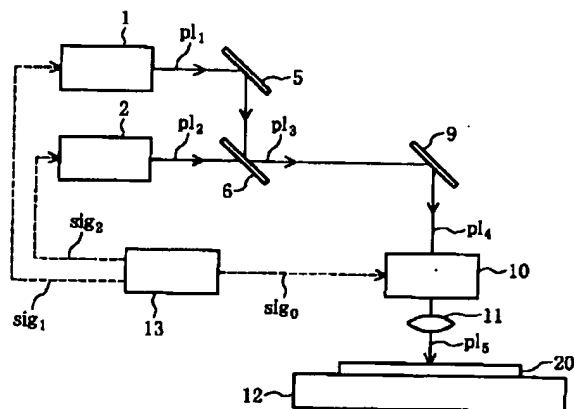
(57)【要約】

(修正有)

【課題】 紫外線領域の波長のレーザービームを用い、加工時間を短くすることが可能なレーザ加工装置及び加工方法を提供する。

【解決手段】 制御手段13が、周期的な波形を有する第1の契機信号と、第1の契機信号に同期した周期的な波形を有する第2の契機信号とを出力する。第1のレーザ光源1が、第1の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザービームp11を出射する。第2のレーザ光源2が、第2の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザービームp12を出射する。集光光学系11が、第1のパルスレーザービームp11と第2のパルスレーザービームp12とを、同一点に集光する。集光光学系で集光されたパルスレーザービームp15が照射される位置に、保持手段12が、被加工物20を保持する。

実施例によるレーザ加工装置



【特許請求の範囲】

【請求項1】 周期的な波形を有する第1の契機信号と、該第1の契機信号に同期した周期的な波形を有する第2の契機信号とを出力する制御手段と、
前記第1の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームを出射する第1のレーザ光源と、
前記第2の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームを出射する第2のレーザ光源と、
前記第1のパルスレーザビームと、前記第2のパルスレーザビームとを、同一点に集光する集光光学系と、
前記集光光学系で集光されたパルスレーザビームが照射される位置に被加工物を保持する保持手段とを有するレーザ加工装置。

【請求項2】 前記集光光学系が、前記第1のパルスレーザビームと前記第2のパルスレーザビームとが同一の光軸に沿って伝搬するように、少なくとも一方のパルスレーザビームの光軸を変化させ、その後第1及び第2のパルスレーザビームを集光する請求項1に記載のレーザ加工装置。

【請求項3】 前記制御手段が第1の制御モードと第2の制御モードとを有し、該第1の制御モードにおいては、前記第1のパルスレーザビームのパルスと、前記第2のパルスレーザビームのパルスとが、被加工物の被加工位置に交互に到達するように前記第1及び第2の契機信号が出力され、該第2の制御モードにおいては、該第2のパルスレーザビームのパルスが該第1のパルスレーザビームのパルスに少なくとも部分的に重なって被加工位置に到達するように前記第1及び第2の契機信号が出力される請求項1または2に記載のレーザ加工装置。

【請求項4】 前記制御手段が、前記第2の制御モードの時に、前記第1のパルスレーザビームのパルスと、前記第2のパルスレーザビームのパルスとの重なり度合いを調節することができる請求項3に記載のレーザ加工装置。

【請求項5】 第1のレーザ光源から、紫外線領域の波長の第1のパルスレーザビームを出射する工程と、
前記第1のパルスレーザビームに同期させて、第2のレーザ光源から、紫外線領域の波長の第2のパルスレーザビームを出射する工程と、
前記第1及び第2のパルスレーザビームを、被照射物の同一の被加工箇所照射し、照射された部分に孔を形成する工程とを有するレーザ加工方法。

【請求項6】 前記孔を形成する工程において、前記第1のパルスレーザビームのパルスと第2のパルスレーザビームのパルスとが、被照射物に交互に到達するように、前記第1及び第2のパルスレーザビームの同期状態が制御されている請求項5に記載のレーザ加工方法。

【請求項7】 前記孔を形成する工程において、前記第

1のパルスレーザビームのパルスと前記第2のパルスレーザビームのパルスとが、被加工箇所少なくとも部分的に重なるように、前記第1及び第2のパルスレーザビームの同期状態が制御されている請求項5に記載のレーザ加工方法。

【請求項8】 1パルス当たりのエネルギーが第1のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射により孔が形成される第1の層と、該第1の層の下に配置され、1パルス当たりのエネルギーが前記第1のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射によっては孔が形成されず、1パルス当たりのエネルギーが該第1のエネルギーよりも高い第2のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射によって孔が形成される第2の層とを含む被加工物を準備する工程と、

第1のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームと、第2のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームとを、第1及び第2のパルスレーザビームのパルスが交互に第1の層を照射するタイミング条件で、前記第1の層の被加工箇所に照射して、該第1の層に第1の孔を開け、その下の第2の層の一部を露出させる工程と、

第1のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームと、第2のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームとを、第1及び第2のパルスレーザビームのパルスが少なくとも部分的に重なるタイミング条件で、前記第1の孔の底に露出した第2の層に照射して、該第2の層に第2の孔を開ける工程とを有するレーザ加工方法。

【請求項9】 周期的な波形を有する第1の契機信号と、該第1の契機信号に同期した周期的な波形を有する第2の契機信号とを出力する制御手段と、
前記第1の契機信号に同期して、赤外もしくは可視領域の波長を有する第1のパルスレーザビームを出射する第1のレーザ光源と、

前記第2の契機信号に同期して、赤外もしくは可視領域の波長を有する第2のパルスレーザビームを出射する第2のレーザ光源と、

前記第1のパルスレーザビームと、前記第2のパルスレーザビームとが同一の光軸に沿って伝搬するように、少なくとも一方のパルスレーザビームの光軸を変化させる伝搬光学系と、

前記伝搬光学系で光軸が一致した前記第1及び第2のパルスレーザビームの、紫外領域の高調波を発生させる非線形光学素子と、

前記高調波を集光させる集光光学系と、

前記集光光学系で集光された高調波が照射される位置に被加工物を保持する保持手段とを有するレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工装置及び加工方法に関し、特に紫外線領域の波長のパルスレーザビームを照射して被加工物に孔を開けるレーザ加工装置及び加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多層配線基板に孔を開ける方法を例にとって、従来のレーザ加工方法について説明する。炭酸ガスレーザ発振器から放射された赤外線パルスレーザビームを、多層配線基板の樹脂層に集光する。レーザビームが照射された部分の有機物が熱分解して、その位置に孔が開く。この方法により、厚さ40～80 μ m程度の樹脂層に、直径100～200 μ mの貫通孔を形成することができる。炭酸ガスレーザ発振器は、1パルス当たりのエネルギーの高いパルスレーザビームを出力できるため、例えば3ショットで貫通孔を形成することが可能である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】半導体集積回路装置の高密度実装に伴い、多層配線基板に形成される孔の微細化が望まれている。形成する孔の直径の下限値は、用いるレーザビームの波長の5倍程度である。従って、炭酸ガスレーザを用いる場合の孔の直径の下限値は50 μ m程度であり、実用的には、炭酸ガスレーザを用いて直径50～60 μ m未満の孔を形成することは困難である。

【0004】紫外線領域の波長のレーザビームを用いることにより、微細な孔を形成することが可能である。ところが、紫外線領域の波長を有し、かつパワーの大きなレーザビームを得ることは困難である。パワーの小さなレーザビームで多層配線基板の加工を行うと、加工時間が長くなり生産性の低下を招く。

【0005】本発明の目的は、紫外線領域の波長のレーザビームを用い、加工時間を短くすることが可能なレーザ加工装置及び加工方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、周期的な波形を有する第1の契機信号と、該第1の契機信号に同期した周期的な波形を有する第2の契機信号とを出力する制御手段と、前記第1の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームを出射する第1のレーザ光源と、前記第2の契機信号に同期して、紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームを出射する第2のレーザ光源と、前記第1のパルスレーザビームと、前記第2のパルスレーザビームとを、同一点に集光する集光光学系と、前記集光光学系で集光されたパルスレーザビームが照射される位置に被加工物を保持する保持手段とを有するレーザ加工装置が提供される。

【0007】本発明の他の観点によると、第1のレーザ光源から、紫外線領域の波長の第1のパルスレーザビームを出射する工程と、前記第1のパルスレーザビームに同期させて、第2のレーザ光源から、紫外線領域の波長の第2のパルスレーザビームを出射する工程と、前記第1及び第2のパルスレーザビームを、被照射物の同一の被加工箇所照射し、照射された部分に孔を形成する工程とを有するレーザ加工方法が提供される。

【0008】第1のパルスレーザビームのパルスと第2のパルスレーザビームのパルスとが、交互に被加工物の同一点に到達すると、加工速度を約2倍にすることができる。また、第1のパルスレーザビームのパルスに第2のパルスレーザビームのパルスを重ねると、1パルス当たりのエネルギーを大きくすることができる。これにより、孔開けに大きなエネルギーが必要とされる材料を加工することが可能になる。

【0009】本発明のさらに他の観点によると、1パルス当たりのエネルギーが第1のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射により孔が形成される第1の層と、該第1の層の下に配置され、1パルス当たりのエネルギーが前記第1のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射によっては孔が形成されず、1パルス当たりのエネルギーが該第1のエネルギーよりも高い第2のエネルギーの紫外線パルスレーザビームの照射によって孔が形成される第2の層を含む被加工物を準備する工程と、第1のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームと、第2のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームとを、第1及び第2のパルスレーザビームのパルスが交互に第1の層を照射するタイミング条件で、前記第1の層の被加工箇所照射して、該第1の層に第1の孔を開け、その下の第2の層の一部を露出させる工程と、第1のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第1のパルスレーザビームと、第2のレーザ光源から出射された紫外線領域の波長を有する第2のパルスレーザビームとを、第1及び第2のパルスレーザビームのパルスが少なくとも部分的に重なるタイミング条件で、前記第1の孔の底に露出した第2の層に照射して、該第2の層に第2の孔を開ける工程とを有するレーザ加工方法が提供される。

【0010】第1のパルスレーザビームと第2のパルスレーザビームとのタイミング条件を変えることにより、第1の層と第2の層とを連続的に加工することができる。

【0011】本発明のさらに他の観点によると、周期的な波形を有する第1の契機信号と、該第1の契機信号に同期した周期的な波形を有する第2の契機信号とを出力する制御手段と、前記第1の契機信号に同期して、赤外もしくは可視領域の波長を有する第1のパルスレーザビームを出射する第1のレーザ光源と、前記第2の契機信

号に同期して、赤外もしくは可視領域の波長を有する第2のパルスレーザビームを出射する第2のレーザ光源と、前記第1のパルスレーザビームと、前記第2のパルスレーザビームとが同一の光軸に沿って伝搬するように、少なくとも一方のパルスレーザビームの光軸を変化させる伝搬光学系と、前記伝搬光学系で光軸が一致した前記第1及び第2のパルスレーザビームの、紫外領域の高調波を発生させる非線形光学素子と、前記高調波を集光させる集光光学系と、前記集光光学系で集光された高調波が照射される位置に被加工物を保持する保持手段とを有するレーザ加工装置が提供される。

【0012】第1のパルスレーザビームのパルスと第2のパルスレーザビームのパルスとが、交互に非線形光学素子に到達すると、入射するパルスレーザビームの各々の繰り返し周波数の2倍の繰り返し周波数を有する高調波が発生する。これにより、加工速度の向上を図ることができる。また、第1のパルスレーザビームのパルスと第2のパルスレーザビームのパルスとが重なって非線形光学素子に入射すると、高調波の1パルス当たりのエネルギーが大きくなる。これにより、孔開けに大きなエネルギーが必要とされる材料を加工することが可能になる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の実施例によるレーザ加工装置のブロック図を示す。第1のレーザ光源1及び第2のレーザ光源2が、それぞれ契機信号 $s i g_1$ 及び $s i g_2$ に同期して、紫外線領域の波長を有するパルスレーザビーム $p l_1$ 及び $p l_2$ を出射する。第1及び第2のレーザ光源1及び2は、例えばNd:YAGレーザ発振器と、非線形光学素子を含んで構成される。パルスレーザビーム $p l_1$ 及び $p l_2$ は、例えばNd:YAGレーザ発振器から出射されたパルスレーザビームの第3高調波(波長355nm)であり、それぞれ鉛直方向及び水平方向に直線偏光されている。

【0014】第1のレーザ光源1から出射したパルスレーザビーム $p l_1$ は、折り返しミラー5で反射し、偏光板6の表側の面に入射角45°で入射する。第2のレーザ光源2から出射したパルスレーザビーム $p l_2$ は、偏光板6の裏側の面に入射角45°で入射する。偏光板6は、鉛直方向に直線偏光されたパルスレーザビーム $p l_1$ を反射し、水平方向に直線偏光されたパルスレーザビーム $p l_2$ を透過させる。

【0015】偏光板6により、パルスレーザビーム $p l_1$ と $p l_2$ とが同一の光軸上に重畳され、パルスレーザビーム $p l_3$ が得られる。パルスレーザビーム $p l_3$ は、折り返しミラー9で反射する。反射したパルスレーザビーム $p l_4$ は、ガルバノスキャナ10に入射する。ガスバノスキャナ10は、制御信号 $s i g_0$ の指令に基づいて、パルスレーザビームの光軸を2次元方向に走査する。

【0016】ガルバノスキャナ10を通過したパルスレ

ーザビームを、集光レンズ11が集光し、パルスレーザビーム $p l_5$ が得られる。集光レンズ11は、例えばf θ レンズで構成される。保持台12が、パルスレーザビーム $p l_5$ の集光位置に被加工物20を保持する。

【0017】制御手段13が、第1のレーザ光源1及び第2のレーザ光源2に、それぞれ周期的な波形を有する契機信号 $s i g_1$ 及び $s i g_2$ を送出する。制御手段13は、第1の制御モードと第2の制御モードとから一つのモードを選択し、各制御モードごとに決められている位相差で契機信号 $s i g_1$ 及び $s i g_2$ を送出することができる。さらに、制御手段13は、ガルバノスキャナ10に、制御信号 $s i g_0$ を送出する。

【0018】次に、図2及び図3を参照して、図1に示したレーザ加工装置のパルスレーザビームのタイミングについて説明する。

【0019】図2は、第1の制御モード時のタイミングチャートを示す。契機信号 $s i g_1$ 及び $s i g_2$ は、周波数が等しく、相互に同期された電気パルス信号である。契機信号 $s i g_2$ の位相が、契機信号 $s i g_1$ の位相よりも180度遅れている。パルスレーザビーム $p l_1$ は契機信号 $s i g_1$ に同期し、パルスレーザビーム $p l_2$ は、契機信号 $s i g_2$ に同期する。このため、パルスレーザビーム $p l_2$ は、パルスレーザビーム $p l_1$ よりも位相が180°遅れる。パルスレーザビーム $p l_1$ と $p l_2$ とが重畳されたパルスレーザビーム $p l_3 \sim p l_5$ のパルスの繰り返し周波数は、契機信号 $s i g_1$ 及び $s i g_2$ の周波数の2倍になる。

【0020】図4に、Nd:YAGレーザ発振器を用いたレーザ光源1及び2の第3高調波の出力特性の一例を示す。横軸はパルスの繰り返し周波数を単位「kHz」で表し、縦軸はレーザ出力を単位「W」で表す。繰り返し周波数が約5kHzのときにレーザ出力が最大値を示し、繰り返し周波数が5kHz以上の範囲では、繰り返し周波数が高くなるに従ってレーザ出力が徐々に低下する。なお、この傾向はNd:YAGレーザ発振器に限らず、他の固体レーザを用いた場合もほぼ同様である。

【0021】一般的に、樹脂膜に孔を開ける場合、照射するパルスレーザビームの1パルス当たりのエネルギー密度を、あるしきい値以上にしなければならない。例えば、エポキシ樹脂に孔を開ける場合には、1パルス当たりのエネルギー密度を約1J/cm²以上にする必要がある。加工すべき孔の面積から、必要とされる1パルス当たりのエネルギーが求まる。パルスレーザビームの出力をP[W]、パルスの繰り返し周波数をf[Hz]とすると、1パルス当たりのエネルギーは、P/f[J]で与えられる。図4に示した出力特性から、1パルス当たりのエネルギーP/fが、必要とされるしきい値以上になる領域を求めることができる。この領域でレーザ光源1及び2を動作させることにより、樹脂膜に孔を開けることができる。

【0022】被加工物20に照射されるパルスレーザビームp15の繰り返し周波数は、契機信号sig1及びsig2の周波数の2倍の10kHzである。このため、1台のレーザ発振器を用いる場合に比べて、孔開け時間を約1/2に短縮することができる。

【0023】図3は、第2の制御モード時のタイミングチャートを示す。図2に示した第1の制御モード時には、契機信号sig2の位相が契機信号sig1の位相よりも180°遅れていたが、第2の制御モード時には、位相遅れ量が小さい。このため、パルスレーザビームp11とp12とが重畳されたパルスレーザビームp13～p15において、パルスレーザビームp11のパルスとパルスレーザビームp12のパルスとが、部分的に重なる。このため、パルス幅が広がるとともに、1パルス当たりのエネルギーが2倍になる。なお、契機信号sig1とsig2との位相を一致させ、パルスレーザビームp11のパルスとパルスレーザビームp12のパルスと完全に重ね合わせてもよい。この場合には、パルス幅は変わらず、ピークパワーが約2倍になる。

【0024】一般に、銅箔に孔を開けるには、1パルス当たりのエネルギー密度を約10J/cm²以上にする必要がある。孔の直径が100μmである場合には、1パルス当たりのエネルギーを約7.9×10⁻⁴J以上にする必要があることになる。ところが、図2に示した第1の制御モード時に、1パルス当たりのエネルギーを約7.9×10⁻⁴J以上にすることは困難である。図3に示したように、2つのパルスレーザビームのパルスを部分的に重ねることにより、銅箔の孔開けに必要な1パルス当たりのエネルギーを得ることができる。

【0025】なお、1パルス当たりのエネルギーが十分でない場合、レーザビームを収束させてビーム径を小さくすることにより、必要な1パルス当たりのエネルギー密度を確保することは可能である。ところが、ビーム径が小さいため、所望の大きさの孔を開けるためには、レーザビームの照射部位を移動させる必要がある。例えば、トレパニング加工、もしくはスパイラル状の加工を行う必要がある。本実施例のように、1パルス当たりのエネルギーを大きくすることにより、トレパニング等を行うことなく、直径100μm程度の孔を開けることが可能になる。

【0026】例えば、繰り返し周波数10kHzで動作させる場合、図4から、1台のレーザ光源の出力が約4Wと求まる。従って、図3に示したパルスレーザビームp13～p15のパワーは8Wになる。このとき、1パルス当たりのエネルギーは、8×10⁻⁴Jになる。1台のレーザ光源では、銅箔に孔を開けることが困難であるが、2台のレーザ光源を用い、パルス同士を重ね合わせることで、1パルス当たりのエネルギーを、銅箔に孔を開けるのに十分な大きさにすることができる。

【0027】図3に示したパルスレーザビームp13～

p15のパルス幅及びピーク強度は、パルスレーザビームp11とp12との位相のずれ量に依存する。契機信号sig1に対する契機信号sig2の位相の遅れ量を調節することにより、パルスレーザビームp13～p15のパルス幅及びピーク強度を容易に制御することができる。

【0028】図5に、多層配線基板の断面図を示す。マザーボード21の表面上にパッケージボード22が実装されている。パッケージボード22に、半導体集積回路チップ23が実装されている。マザーボード21やパッケージボード22は、ガラスクロスを含んだエポキシ樹脂で形成される。

【0029】マザーボード21内に銅配線層25が埋め込まれている。ビアホール26が、マザーボード21の表面から銅配線層25まで達する。また、スルーホール27が、マザーボード21を貫通する。ビアホール26及びスルーホール27内に、銅が埋め込まれている。パッケージボード22にも、同様に銅配線層28及びビアホール29が形成されている。ビアホール26、29及びスルーホール27は、図1に示したレーザ加工装置によって形成される。なお、パッケージボード22がマザーボード21に実装される前の単体のマザーボード21やパッケージボード22に対してレーザ加工が行われる。

【0030】ビアホール26や29の形成は、図2に示した第1の制御モードで行われる。このときのパルスレーザビームp15の1パルス当たりのエネルギーは、樹脂に孔を開けるのに十分な大きさである。ただし、銅箔に孔を開けるには十分でないため、ビアホールの底面に銅配線層25を残すことができる。

【0031】スルーホール27を形成する場合には、第1の制御モードで樹脂層を貫通する孔を形成した後、図3に示した第2の制御モードで銅配線に孔を形成する。このときのパルスレーザビームp15の1パルス当たりのエネルギーは、銅箔に孔を開けるのに十分な大きさである。第1の制御モードによるレーザ加工と第2の制御モードによるレーザ加工とを交互に繰り返し実施することにより、スルーホール27を形成することができる。

【0032】表面上に銅箔が形成された樹脂基板に、銅箔を貫通させて孔を開ける場合には、最初に第2の制御モードで銅箔に孔を開ける。銅箔の厚さに応じて、照射するパルス数を予め設定しておくことで、銅箔を貫通した時点で加工を停止させることができる。銅箔を貫通する孔が開いたら、次に第1の制御モードに切り替え、樹脂部に孔を開ける。第1の制御モードによるレーザ加工時に照射するパルス数も、予め設定されている。

【0033】上記実施例では、紫外線領域の波長を有するパルスレーザビームとして、Nd:YAGレーザの第3高調波を用いたが、その他のレーザを用いてもよい。例えば、Nd:YAGレーザの第4もしくは第5高調波を用いてもよいし、Nd:YAGレーザの代わりにYLFレーザやYVO₄レーザを用いてもよい。また、Kr

FエキシマレーザやXeClエキシマレーザの基本波を用いてもよい。

【0034】また、上記実施例では、第1のレーザ光源1から出射されたパルスレーザビーム p_{l1} と、第2のレーザ光源2から出射されたパルスレーザビーム p_{l2} とを、同一の光軸に沿って伝搬させ、被加工物の被加工位置に集光させたが、必ずしも両者の光軸を同一にする必要はない。例えば、パルスレーザビーム p_{l1} 及び p_{l2} を異なる光軸に沿って伝搬させ、被加工位置において両者の光軸が交わるようにしてもよい。

【0035】次に、図6を参照して、本発明の他の実施例について説明する。上記実施例では、2台のNd:YAGレーザの第3高調波同士を重畳したが、図6に示す実施例では、基本波同士を重畳し、その後第3高調波を発生させる。図6に示したレーザ加工装置の基本的な構成は、図1のレーザ加工装置の構成と同様であるため、ここでは、両者の相違点について説明する。

【0036】図6に示すように、第1及び第2のレーザ光源1及び2が、それぞれ赤外もしくは可視領域の波長を有するパルスレーザビーム p_{l1} 及び p_{l2} を出射する。2つのパルスレーザビーム p_{l1} と p_{l2} とが重畳されたパルスレーザビーム p_{l3} の光軸上に非線形光学素子15が配置されている。非線形光学素子15は、パルスレーザビーム p_{l3} の高調波、例えば第3高調波を発生させる。なお、非線形光学素子15は、偏光板6と被加工物20との間のパルスレーザビームの光路上のどこに配置してもよい。

【0037】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、2つのレーザ光源から放射されたパルスレーザビームを所定の位相差で重畳することにより、孔開け時間を短縮することが可能になる。また、パルス同士を重ねること

により1パルス当たりのエネルギーを大きくすることができる。このため、1つのレーザ光源のみでは十分な1パルス当たりのエネルギーが確保できない場合でも、2つのレーザ光源を用いることにより、十分なエネルギーを確保することができる。これにより、孔開けのために必要とされる1パルス当たりのエネルギーの大きな材料に孔を開けることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるレーザ加工装置のブロック図である。

【図2】実施例によるレーザ加工装置の第1の制御モード時のタイミングチャートを示すグラフである。

【図3】実施例によるレーザ加工装置の第2の制御モード時のタイミングチャートを示すグラフである。

【図4】Nd:YAGレーザの第3高調波の出力特性の一例を示すグラフである。

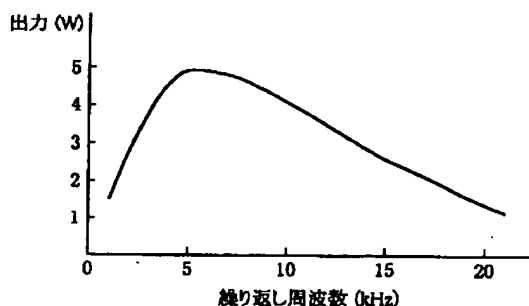
【図5】多層配線基板の断面図である。

【図6】本発明の他の実施例によるレーザ加工装置のブロック図である。

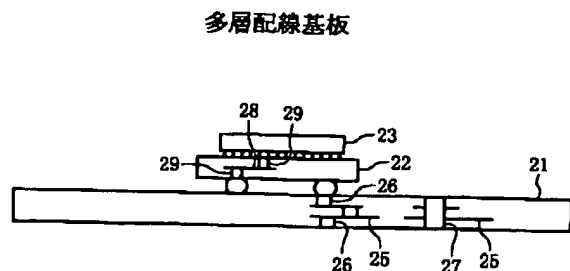
【符号の説明】

- 1、2 レーザ光源
- 5、9 折り返しミラー
- 6 偏光板
- 10 ガルバノスキャナ
- 11 集光レンズ
- 12 保持台
- 13 制御手段
- 15 非線形光学素子
- 20 被加工物
- 21 マザーボード
- 22 パッケージボード
- 23 半導体集積回路装置
- 25、28 銅配線
- 26、29 ビアホール
- 27 スルーホール

【図4】

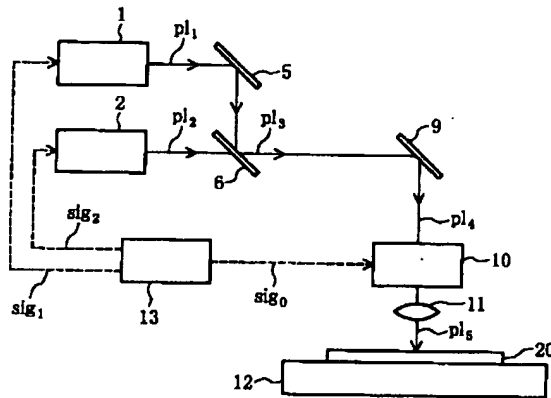


【図5】



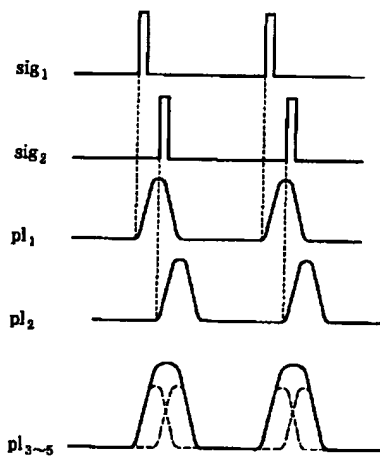
【図1】

実施例によるレーザ加工装置



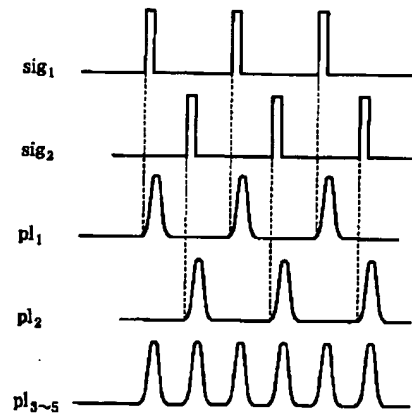
【図3】

タイミングチャート (第2の制御モード)



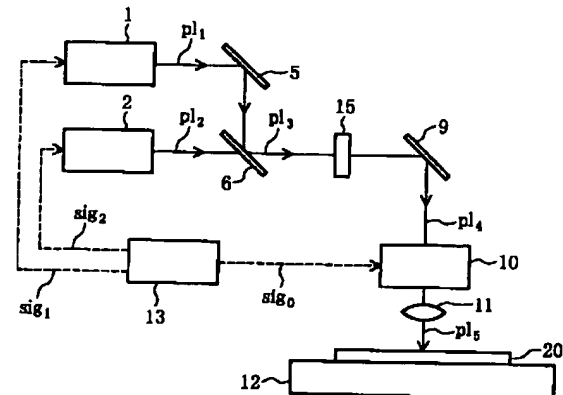
【図2】

タイミングチャート (第1の制御モード)



【図6】

他の実施例によるレーザ加工装置



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

// B 2 3 K 101:42

B 2 3 K 101:42